

**Process for producing built-up camshafts**

Patent Number: ☐ US4660269  
Publication date: 1987-04-28  
Inventor(s): SUZUKI HIDEO (JP)  
Applicant(s):: MUSASHI SEIMITSU KOGYO KK (JP)  
Requested Patent: ☐ DE3616901  
Application Number: US19860862096 19860512  
Priority Number(s): JP19850109086 19850521  
IPC Classification:  
EC Classification: B21D26/02H, B21D53/84A, B23P11/00A, F01L1/047, F16H53/02B  
Equivalents: JP1643365C, JP3007451B, ☐ JP61266132

---

**Abstract**

---

A built-up camshaft is fabricated by fitting cam disks on a hollow shaft, fitting shaft end caps over the ends of the hollow shaft, placing the resulting structure in a die, compressing the hollow shaft in the axial direction thereof inwardly from the opposite ends thereof thereby to carry out swaging tube expansion thereof to place all parts in a temporarily fixed state, and introducing a fluid under pressure into the hollow shaft thereby to carry out bulging and expansion of diameter at specific parts of the hollow shaft and obtain an integral built-up camshaft.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 36 16 901 C 2

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 16 H 53/02  
F 01 L 1/04

21 Aktenzeichen: P 38 16 901.3-12  
22 Anmeldetag: 20. 5. 86  
43 Offenlegungstag: 27. 11. 86  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 8. 96

DE 36 16 901 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31  
21.05.85 JP P 109086/85

73 Patentinhaber:  
Musashi Seimitsu Kogyo K.K., Toyohashi, Aichi, JP

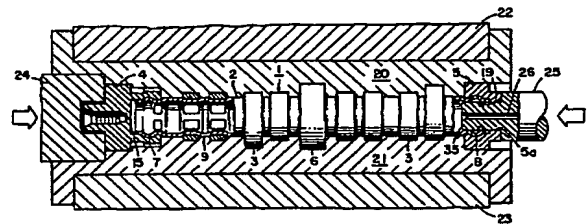
74 Vertreter:  
Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 80801  
München

72 Erfinder:  
Suzuki, Hideo, Toyohashi, Aichi, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 29 22 509 A1

64 Aufbau-Nockenwelle und Verfahren und Vorrichtung zu ihrer Herstellung

57 Aufbau-Nockenwelle mit einem eine Hohlwelle bildenden hohlen Rohrstück (2) und darauf aufgeschobenen Nockenscheiben (3), wobei auf die Enden des Rohrstücks Endkappen (4, 5) aufgesetzt sind und wobei die Nockenscheiben (3) und die Endkappen (4,5) mit dem Rohrstück (2) einen dichten, durch Innenhochdruckumformung erzeugten Präßverband bilden.



DE 36 16 901 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Aufbau-Nockenwellen, insbesondere für Brennkraftmaschinen, einer Bauart, bei der auf ein Rohr Nocken aufgeschoben und mit dem Rohr durch ein hydromechanisches Ausweiten oder Ausbauchen fixiert werden (DE-OS 29 22 509).

Derartige Aufbau-Nockenwellen sind auch in den offengelegten japanischen Gebrauchsmusteranmeldungen JP 124205/1981 und 966/1981 beschrieben. Ferner sind Aufbau-Nockenwellen, bei denen Wellenendteile mit den Enden einer Hohlwelle verbunden sind, in den offengelegten japanischen Gebrauchsmusteranmeldungen JP 1704/1983 und JP 73 914/1983 beschrieben.

Die Festigkeit der Verbindung zwischen der Hohlwelle und den Wellenendteilen kann durch Erhöhen des hydraulischen Drucks beim Ausbauchen angehoben werden; da diese Anhebung jedoch zum Bruch der Nocken führen kann, besteht eine obere Grenze für den hydraulischen Druck. Mit einem hydraulischen Druck niedrigen Niveaus, bei dem ein Bruch der Nocken vermieden wird, läßt sich jedoch die angestrebte Verlässlichkeit der Verbindungsfestigkeit nicht erzielen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Aufbau-Nockenwelle der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, bei der die Zuverlässigkeit der Verbindung zwischen den Einzelteilen verbessert ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient Patentanspruch 1. Ein Verfahren zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Aufbau-Nockenwelle ist in Anspruch 9 angegeben.

Bei einer erfindungsgemäßen Aufbau-Nockenwelle wird die Hohlwelle in einer Form so ausgebaucht, daß sich ihr Durchmesser aufweitet, wobei gleichzeitig Nockenscheiben und Endkappen mit der Welle zu einem Stück vereinigt werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Hohlwelle in axialer Richtung gestaucht und dadurch im Durchmesser ausgeweitet, um temporär die Nocken und die Endkappen zu fixieren. Danach wird hydraulisches Druckmittel in die Hohlwelle eingebracht, um dadurch die Endkappen und die Nockenscheiben fest mit der Welle durch Ausbauchen zu verbinden.

Die Erfindung ist im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht einer Aufbau-Nockenwelle in einer Form nach der Vollenendung eines Ausbauchprozesses;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Endkappe der Nockenwelle, die mit einer Hohlwelle zu verbinden ist;

Fig. 3 einen Schnitt nach der Linie III-III in Fig. 2 in Pfeilrichtung gesehen;

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich Fig. 1, wobei die vormontierte Nockenwelle jedoch vor dem Ausbauchprozeß dargestellt ist;

Fig. 5 einen Teilschnitt in Längsrichtung, in dem ein O-Ring zum Erzielen einer Dichtung zwischen der Hohlwelle und einer Endkappe dargestellt ist;

Fig. 6 einen Schnitt nach der Linie VI-VI in Fig. 5 in Pfeilrichtung gesehen;

Fig. 7 eine Ansicht ähnlich Fig. 5, wobei ein anderes Beispiel dargestellt ist, bei dem die scharfe Außenkante eines Endes der Hohlwelle an einer angeschrägten Oberfläche der Endkappe anstößt und dadurch eine gute Dichtung bildet;

Fig. 8 einen Schnitt nach der Linie VIII-VIII in Fig. 7;

Fig. 9 eine Darstellung ähnlich Fig. 5 eines anderen Beispiels, wobei eine scharfe Innenkante eines Endes

der Hohlwelle an einer angeschrägten Fläche der Endkappe anliegt und dadurch eine gute Dichtung bewirkt;

Fig. 10 eine teilweise geschnittene Ansicht ähnlich Fig. 5 durch eine andere Ausführung, wobei eine Kupferpackung zum Herstellen einer guten Dichtung zwischen der Hohlwelle und einer Endkappe vorgesehen ist;

Fig. 11 eine Seitenansicht ähnlich Fig. 1 eines anderen Beispiels der Aufbau-Nockenwelle gemäß der Erfindung und

Fig. 12 eine Seitenansicht ähnlich Fig. 4, wobei Teile einer montierten Nockenwelle in einer Ausbauchform aufgenommen sind, die darauf geschlossen wurde.

In Fig. 1 sind die wesentlichen Bauteile des gezeigten Beispiels einer Aufbau-Nockenwelle 1, welche mit einem Verfahren gemäß der Erfindung erzeugt wurde, eine Hohlwelle 2 aus einem Stahlrohr, Nockenscheiben oder -platten 3, Endkappen 4 und 5 und ein Lagerzylinder 6.

Die Nockenscheiben 3 sind angenähert entsprechend den gewünschten Nockenprofilen durch Gießen, Schmieden, Sintern o. dgl. hergestellt und mit Durchgangslöchern versehen, durch welche die Hohlwelle 2 vor ihrer Durchmesseraufweitung durchgesteckt werden kann. Diese Durchgangslöcher sind mit Verriegelungsmitteln versehen; sie haben beispielsweise sechseckigen Querschnitt zum Vermeiden einer Relativdrehung zwischen den Nockenscheiben 3 und der Hohlwelle 2 nach deren Zusammenfügen. Der Lagerzylinder 6 ist ebenfalls mit solchen Verriegelungsmitteln versehen.

Wie in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist, weist die Endkappe 4 im wesentlichen einen Lagerteil 10 und einen Zahnteil 11 auf, wobei diese Teile einstückig und koaxial miteinander geformt sind. Ein Zentrierloch 16 kann beim Schleifen der Nocken 3 verwendet werden. Das Zentrierloch 16 ist mittig in das Lagerteil 10 vom Stirnende her eingebohrt und mit einem Innengewinde 17 versehen. Eine zylindrische Höhlung 12 ist im Zahnteil 11 zum inneren Ende hin offen ausgebildet. Die Endkappe 4 ist ferner mit Verriegelungsmitteln zum Verhindern einer Drehung relativ zur Welle 2 nach Montage und Verbindung damit versehen, wobei diese Verriegelungsmittel bei der vorliegenden Ausführung ein Eintrittsteil 13 der Höhlung 12 vieleckiger Gestalt gemäß Fig. 3 aufweisen. Die Verriegelungsmittel sind nicht auf die gezeigte Form beschränkt.

Eine Ringnut 14 um die zylindrische Höhlung ist einwärts benachbart dem Eintrittsteil 13 zum Zweck des Verhinderns relativer Translationsbewegung zwischen der Endkappe 4 und der Welle 2 nach Montage und Verbindung vorgesehen. Das Profil der Ringnut 14 im Längsschnitt gesehen ist nicht wie bei der vorliegenden Ausführung auf einen Kreisbogen beschränkt, sondern kann andere zweckmäßige Kontur haben. Der innerste Abschnitt 12a der Höhlung 12 ist zylindrisch und von einer Abmessung, welche das Einführen eines Endes der Welle 2 erlaubt, und endet an einer Endwand 15, welche den Grund der Höhlung 12 bildet.

Die Endkappe 5 ist im wesentlichen gleich wie die oben beschriebene Endkappe 4 mit der Ausnahme ausgeführt, daß sie nicht ein Zahnteil sondern ein zentrales Durchgangsloch 5a aufweist. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, hat diese Endkappe 5 eine Ringnut 14a ähnlich der Ringnut 14 in der Endkappe 4.

Die Montage der oben beschriebenen Aufbau-Nockenwelle sei nun anhand der Fig. 4 beschrieben. Diese Montage wird so ausgeführt, daß die oben beschriebenen Teile der Nockenwelle in eine Ausbauchform mit

oberen und unteren Formhälften 20 und 21 eingebracht wird, wobei obere und untere Formhalter 22 und 23 die oberen und unteren Formhälften halten und abstützen und ein Wellenendkopf 24 sowie eine Druckdüse 25, die ebenfalls als Wellenendkopf dient, in ausgefräste Vertiefungen an entgegengesetzten Enden der Ausbauchform eingesetzt sind. Der Wellenendkopf 24 und die Druckdüse 25 lassen sich axial bezüglich der Hohlwelle 2 mittels einer hydraulischen Kolben-Zylindervorrichtung (nicht gezeigt) zusammendrücken, um den Flüssigkeitsdruck der in das Innere der Hohlwelle 2 mittels einer Druckvorrichtung (ebenfalls nicht gezeigt) eingebrachten Flüssigkeit aufzunehmen.

Die Druckdüse 25 hat einen Druckeinführeinlaß 26 und ein Innenteil 35 kleinen Durchmessers sowie ein anschließendes Teil großen Durchmessers, wobei eine Schulter 18 zwischen diesen Teilen ausgebildet ist. Der Teil 35 kleinen Durchmessers ist in das Ende der Hohlwelle 2 mit der Schulter 18 als Anschlag am äußersten Ende der Endkappe 5 eingeschoben. Der Teil 35 weist um seinen äußeren Umfang eine Unterstüzung 19 auf.

Zum Montieren der Nockenwelle werden zuerst die Nockenscheiben 3 und der Lagerzylinder 6 auf die Hohlwelle 2 aufgeschoben, bis sie sich in ihren vorgeschriebenen Stellungen befinden. Dann werden die Endkappen 4 und 5 auf die entsprechenden Enden der Hohlwelle aufgeschoben. Die so montierten Teile werden dann in die Ausbauchform eingebracht und in den vier gezeichneten Pfeilrichtungen unter Druck gesetzt, um die Form zu schließen.

In diesem Zustand befinden sich die Endkappen 4 und 5 noch nicht in ihren Endstellungen, die sie erst nach Vollendung der Nockenwelle einnehmen. Der Grund hierfür ist, daß die Hohlwelle 2 mit einer um einen bestimmten Betrag größeren Länge als die Endlänge gefertigt ist, um ein Schrumpfen der Gesamtlänge aufgrund des Ausbauchens zuzulassen und gleichzeitig eine Druckabstützung zwischen dem Wellenende und dem Grund 15 der Endkappe 4 während der Anfangsphase des Ausbauchens zu ermöglichen, wodurch eine Abdichtung dazwischen erzielt ist.

Dann wird mit der Form in dem oben beschriebenen geschlossenen Zustand ein Fluid, wie eine Emulsion, durch den Einlaß 26 der Druckdüse 25 eingebracht und mittels der Druckvorrichtung unter Druck gesetzt. Als Ergebnis gemäß Fig. 1 schrumpft die Hohlwelle 2 über ihre gesamte Länge und dehnt sich gleichzeitig bei 7, 8 und 9 unter plastischer Verformung in Anpassung an die Innenwände der Nockenscheiben 3 des Lagerzylinders 6, der Endkappen 4 und 5 sowie der Oberfläche der Ausbauchform 20, 21 aus. Insbesondere an den Innenflächen der Endkappen 4 und 5 wird die Hohlwelle 2 in im Querschnitt sechseckige Gestalt entsprechend dem sechseckigen Teil 13 der Endkappe 4 sowie in eine ausgebauchte Ringform 7 entsprechend der im Querschnitt gewölbten Nut 14 der Endkappe 4 geformt.

In diesem Zustand liegen die Endkappen 4 und 5 an den Endflächen der entgegengesetzten oberen und unteren Formhälften 20 und 21 an, und die Endfläche der Welle 2 hat einen Abstand vom Grund 15 der Endkappe 4. Sämtliche Nockenscheiben 3, der Lagerzylinder 6 und die Endkappen 4 und 5 sind somit fest mit der Hohlwelle 2 fixiert.

Die sich ergebende Konstruktion wird dann aus der Ausbauchform entfernt, und ihre Nockenflächen sowie der Lagerzylinder 6 werden durch Schleifen endbearbeitet. Danach werden Ölkanaäle gebohrt und andere Schritte vorgenommen, worauf die Nockenwelle 1 fertig-

tiggestellt ist.

Verschiedene Ausführungen und Abwandlungen des Verfahrens nach der Erfindung sind möglich, die in den Beispielen anhand der Fig. 5 bis 10 erläutert werden. In diesen Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bauteile wie bei der Ausführung nach den Fig. 1 bis 4 mit gleichen Bezugszahlen, jedoch zusätzlich mit unterschiedlichen Buchstaben für jedes Beispiel bezeichnet.

Bei dem Beispiel gemäß den Fig. 5 und 6 ist eine O-Ringnut an einer geeigneten Stelle in der Innenwand der zylindrischen Höhlung in der Endkappe 4a ausgebildet, und ein O-Ring 30 ist in diese Nut eingesetzt. Hierdurch wird die Dichtwirkung zwischen den in Kontakt stehenden Teilen, der Hohlwelle 2a und des O-Ringes 30, während der Anfangsphase des Ausbauchens erhöht, wodurch das Formen des auszubauchenden Ringteiles 7a unterstützt wird.

Wie sowohl aus dem oben beschriebenen Beispiel als auch aus den folgenden Beispielen deutlich wird, sollte mangels ausreichender Länge in axialer Richtung die Dichtung für die unter Druck gesetzte Flüssigkeit zwischen der Endkappe und der Hohlwelle in der Anfangsphase des Ausbauchens an einer Stelle nächst dem Ende der Hohlwelle, mindestens zwischen dem äußersten Ende der Hohlwelle und ihrem ringförmig auszubauchenden Teil, gelegen sein, um den vieleckigen Teil und einen ringförmig ausgebauchten Teil nahe dem Ende der Hohlwelle in der räumlich beschränkten zylindrischen Höhlung der Endkappe zu formen.

Bei einer anderen Ausführung gemäß den Fig. 7 und 8 ist die Verbindung zwischen dem Grund 15b und dem innersten zylindrischen Abschnitt der zylindrischen Höhlung der Endkappe 4b angeschrägt, um eine konkave Kegelstumpffläche 31 vor dem Ausbauchen zu schaffen, und eine Berührungsdichtung mit Linienberührung ist zwischen dieser Kegelstumpffläche 31 und der äußeren Umfangskante der Endfläche der Hohlwelle 2b während des Ausbauchens hergestellt. Ferner wird der Teil der zylindrischen Höhlung benachbart ihrer äußeren Öffnung als kreisrundes Loch 32 ausgebildet, und der Teil der Endkappe 4b, welcher dieses kreisrunde Loch 32 bildet, wird zur Verstärkung nach dem Ausbauchen mit der Welle 2b verschweißt.

Ein wesentliches Merkmal des Beispiels nach Fig. 9 besteht darin, daß vor dem Ausbauchen der Grund 15c der zylindrischen Höhlung in der Endkappe 4c mit einer umlaufenden abgeschrägten Kante versehen wird, wodurch eine konvexe Kegelstumpffläche 33 gebildet wird. Beim Ausbauchen läuft die Innenkante der Stirnfläche der Hohlwelle 2c an dieser Kegelstumpffläche 33 an, um eine Dichtung mit Linienberührung zu schaffen.

Bei der Ausführung nach Fig. 10 ist eine Kupferpackung 34 zwischen dem Grund 15d der zylindrischen Höhlung in der Endkappe 4d und der Stirnfläche der Hohlwelle 2d vor dem Ausbauchen eingebracht. Als Ergebnis wird eine beim Ausbauchen sehr wirkungsvolle Dichtung erhalten.

Im übrigen geschieht die Montage und das Zusammenfügen der verschiedenen Bauteile jeder Aufbau-Nockenwelle der verschiedenen oben beschriebenen Beispiele gemäß den Fig. 5 bis 10 in gleicher Weise wie bei dem ersten Beispiel.

Bei einer weiteren Ausführung der Erfindung gemäß den Fig. 11 und 12 ist ein Kupplungsstück 36 mit einem axialen Durchgangsloch 36a zwischen der Druckdüse 25 und die Endkappe 5 eingesetzt, die ein axiales Durchgangsloch 5b aufweist. Der Wellenendkopf 24 und die Druckdüse 25, welche gleichzeitig als entgegengesetz-

ter Wellenendkopf dient, werden in entgegengesetzte Richtungen gegen die Endkappen 4 und 5 mittels einer hydraulischen Kolben-Zylindervorrichtung (nicht gezeigt) angedrückt, um den Druck des in das Innere der Hohlwelle mittels einer Druckvorrichtung (ebenfalls nicht gezeigt) eingelassenen Druckmittels wie bei der zuerst beschriebenen Ausführung aufzunehmen.

Die Hohlwelle 2, die Nockenscheiben 3, der Lagerzylinder 6 und die Endkappen 4 und 5 werden mit dem Kupplungsstück 36 montiert in die Ausbauchform 20, 21 eingesetzt, welche dann gemäß Fig. 12 geschlossen wird.

Darauf werden der Wellenendkopf 24 und die Druckdüse 25 gleichzeitig einwärts gegen die Hohlwelle 2 gepreßt, bis sie die Positionen gemäß Fig. 11 erreichen, wo sie durch die obere und die untere Formhälfte 20 und 21 an einer weiteren Bewegung gehindert werden, um so eine sogenannte Stauch-Rohrausweitung zu schaffen.

Durch diese Stauch-Rohrausweitung werden bestimmte Teile der Hohlwelle 2 nach außen gewölbt, und die Nockenscheiben 3 der Lagerzylinder 6 sowie die Endkappen 4 und 5 werden temporär fixiert. Gleichzeitig nehmen die Enden der Hohlwelle 2 einen Zustand ein, in dem sie mit großer Kraft an den Gründen 15, 15 der zylindrischen Höhlung 12, 12 der entgegengesetzten Endkappen 4 und 5 anliegen, wodurch die Gesamtlänge der Aufbau-Nockenwelle 1 bestimmt wird.

Mit der Form und ihrem Inhalt in diesem Zustand, in welchem die Druckkraft zum Schließen der Form und die Druckkraft zum Stauchen aufrechterhalten werden, kann dann Arbeitsfluid, wie eine Emulsion, in das Innere der Hohlwelle 2 ebenso wie bei der vorherbeschriebenen Ausführung eingebracht werden, und diese Emulsion wird dann unter Druck gesetzt, um ein sogenanntes Ausbauchen zu bewirken. Als Ergebnis wird die Hohlwelle 2 in allen ihren Teilen im Durchmesser aufgeweitet, wie dies in Fig. 11 gezeigt ist, und die Verbindungen der Welle mit den Nockenscheiben 3, dem Lagerzylinder 6 und den Endkappen 4 und 5 werden verstärkt.

Die Verkürzung der Gesamtlänge der Hohlwelle 2 aufgrund dieses Ausbauchens ist sehr klein im Vergleich zu einem Fall, bei welchem die Stauch-Rohrausweitung nicht vorher durchgeführt wurde. Der Grund hierfür kann darin gesehen werden, daß die Bauteile der Hohlwelle an den Seitenflächen der Scheiben durch die Stauch-Rohrausweitung nach außen vorspringend um die Kanten der Öffnungen in den Nockenscheiben 3 und der Endkappen 4 und 5 geweitet sind, so daß sie zur Zeit des Ausbauchens einer Kontraktion der Gesamtlänge der Hohlwelle widerstehen. Es sei ferner darauf hingewiesen, daß als Ergebnis der Verringerung der Kontraktion der Hohlwelle 2 auf diese Weise die Ausdehnung der Hohlwelle 2 in die Ringnut 14 größer wird.

Als Gesamtergebnis sind die Nockenscheiben, der Lagerzylinder und die Endkappen fest mit der Hohlwelle verbunden.

Durch Anwenden des Verfahrens nach der Erfindung werden Unregelmäßigkeiten oder Maßabweichungen der Gesamtlänge der Hohlwelle bei jedem Ausbauchen und Abweichungen der Zwischenabmessungen zwischen den Hohlwellenenden und den Nockenscheiben benachbart den Hohlwellenenden bei jedem Ausbauchen eliminiert, und die Endkappen können sicher auf der Hohlwelle an vorbestimmten Positionen mit hoher Genauigkeit befestigt werden. Darüberhinaus wird die Effektivität der Fertigung der Aufbau-Nockenwellen stark verbessert.

Durch Anwenden der Erfindung wird ferner erreicht,

daß dann, wenn die Hohlwellen mit den Innenwänden der Nockenscheiben bei fortschreitender Stauch-Rohrausdehnung in Kontakt kommen, die Verformung der axialen Enden der Hohlwelle, auf welchen die Endkappen aufgestülpt sind, merklich fortschreitet. Dadurch wird möglich, die hohlen Wellenenden, welche aufgrund ihres Widerstandes gegen ein Formen mittels Druckfluid nur schwer in eine gewünschte Gestalt gebracht werden können, im wesentlichen gleichförmig an die Gestalt der Innenwandflächen der Endkappen anzupassen.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal der Erfindung besteht darin, daß als Ergebnis der Stauch-Rohrausweitung der Hohlwelle die elastische Kraft der Hohlwelle auch auf die damit in Kontakt stehenden Teile der Wellenenden und die Endkappen übertragen wird, so daß die Dichtung dazwischen vervollkommenet werden kann, wodurch beim Verbinden der Bauteile der Aufbau-Nockenwelle die Endkappen sicher mit der Hohlwelle ohne übermäßige Kraftausübung selbst dann verbunden werden können, wenn der ausgeübte hydraulische Druck abgesenkt wird. Ferner wird eine hochfeste Verbindung mit nur geringfügigen Festigkeitsabweichungen erhalten.

#### Patentansprüche

1. Aufbau-Nockenwelle mit einem eine Hohlwelle bildenden hohlen Rohrstück (2) und darauf aufgeschobenen Nockenscheiben (3), wobei auf die Enden des Rohrstücks Endkappen (4, 5) aufgesetzt sind und wobei die Nockenscheiben (3) und die Endkappen (4, 5) mit dem Rohrstück (2) einen dichten, durch Innenhochdruckumformung erzeugten Preßverband bilden.
2. Nockenwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Endkappen (4, 5) je eine Höhlung (12) aufweisen, in welche die Enden der Hohlwelle (2) passen.
3. Nockenwelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhlung (12) jeder Endkappe (4, 5) eine Ringnut (14, 14a) in ihrer Innenfläche aufweist und daß die Hohlwelle (2) seitlich nach auswärts in die Ringnut gewölbt ist.
4. Nockenwelle nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Einführteil der Höhlung (12) jeder Endkappe polygonalen Querschnitt hat und die Hohlwelle (2) durch das eingebrachte Fluid in entsprechend polygonale Gestalt aufgeweitet und mit jeder Endkappe (4, 5) verriegelt ist.
5. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden Endkappen ein zentrales Durchgangsloch (5a) aufweist, in welches eine Druckdüse (25) zum Einführen von Druckfluid dicht eingesetzt ist.
6. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhlung (12) mindestens einer Endkappe (4a) einen in die Innenfläche eingepaßten Dichtring (30) zum dichtenden Kontakt mit dem Ende der Hohlwelle (2a) aufweist.
7. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Grund (15b) der Höhlung (12) mindestens einer Endkappe (4b) eine Kegelstumpffläche (31, 33) zum Dichtkontakt mit dem Ende der Hohlwelle (2b) aufweist.
8. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Dichtpackung (34) zwischen dem Grund (15d) der Höhlung (12)

mindestens einer Endkappe (4d) und einer Stirnfläche der Hohlwelle (2d) eingebracht ist.

9. Verfahren zum Herstellen einer Aufbau-Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem Nockenscheiben (3) auf eine Hohlwelle (2) gesteckt und Endkappen (4, 5) über die Enden der Hohlwellen gestülpt werden, die so gebildete Konstruktion in eine Form (20, 21) eingebracht wird, die Hohlwelle von ihren entgegengesetzten Enden her axial nach einwärts unter Druck gesetzt wird, um eine die Nockenscheiben (3) und die Endkappen (4, 5) temporär fixierende Rohrausbauchung zu erzielen, und anschließend ein Fluid unter Druck in die Hohlwelle (2) eingebracht wird, um diese zu einer Auswölbung und Ausweitung des Durchmessers in bestimmten Bereichen zu veranlassen und dadurch die Nockenscheiben (3) und die Endkappen (4, 5) mit der Hohlwelle zu vereinigen.

10. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch ein Kupplungsstück (36) mit einem axialen Durchgangsloch (36a) und eine Druckdüse (25), welche von axial auswärts auf das Kupplungsstück aufgesetzt ist, wobei eine der Endkappen (4, 5) ein axiales Durchgangsloch (5b) aufweist und das Kupplungsstück (36) von axial auswärts mit der Endkappe (5) in Eingriff bringbar ist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

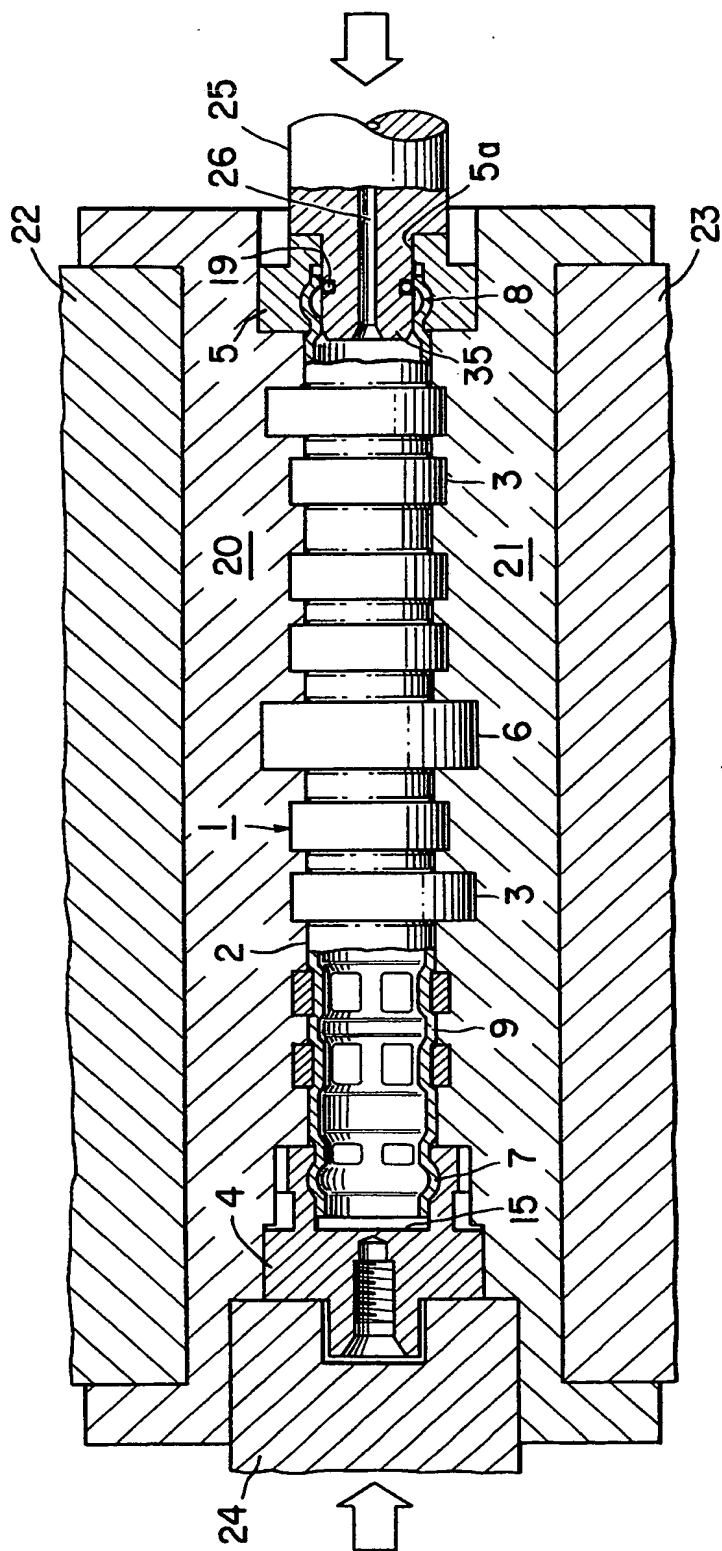


FIG. 1

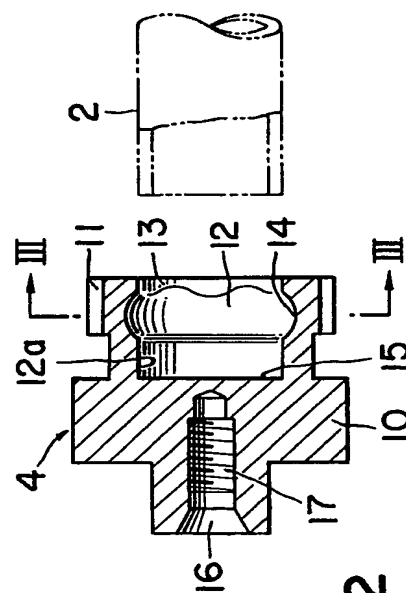


FIG. 2

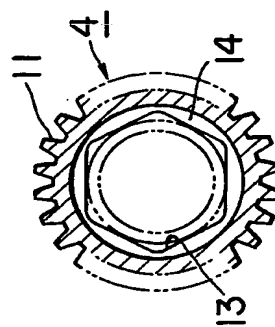
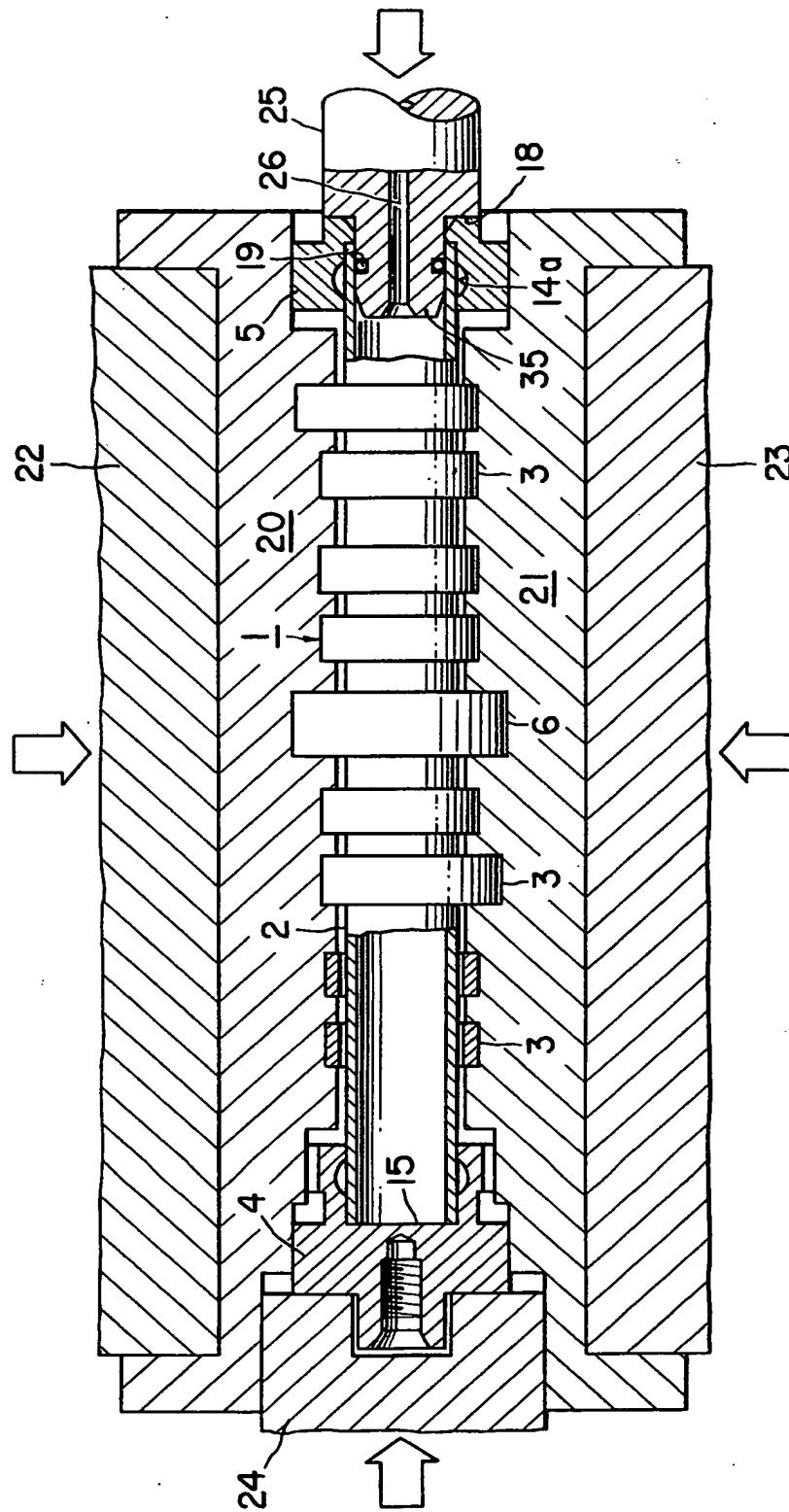


FIG. 3





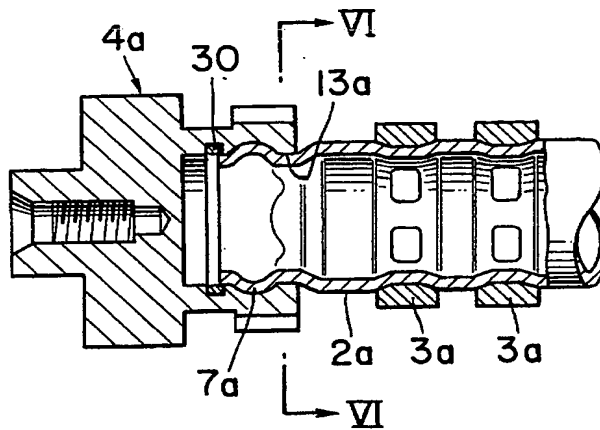


FIG. 5

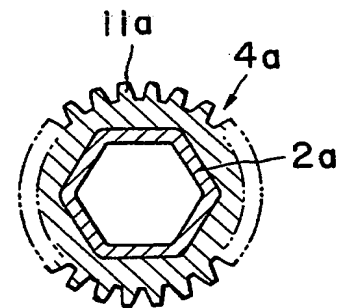


FIG. 6

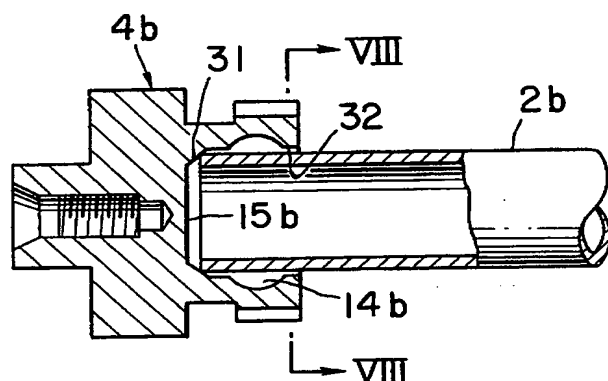


FIG. 7

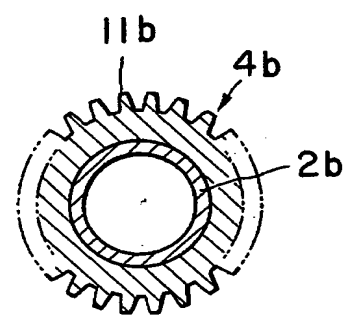


FIG. 8

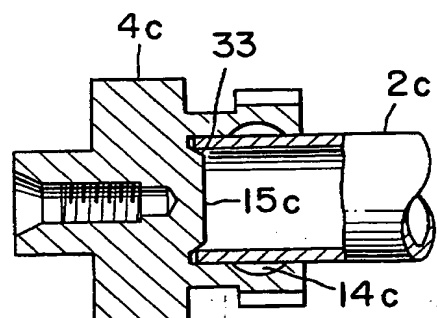


FIG. 9

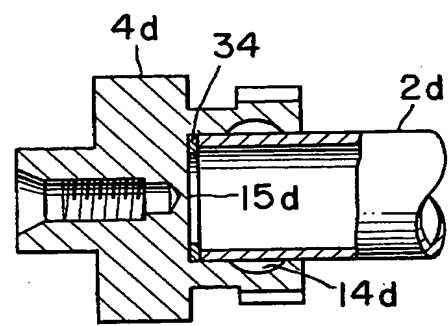


FIG. 10

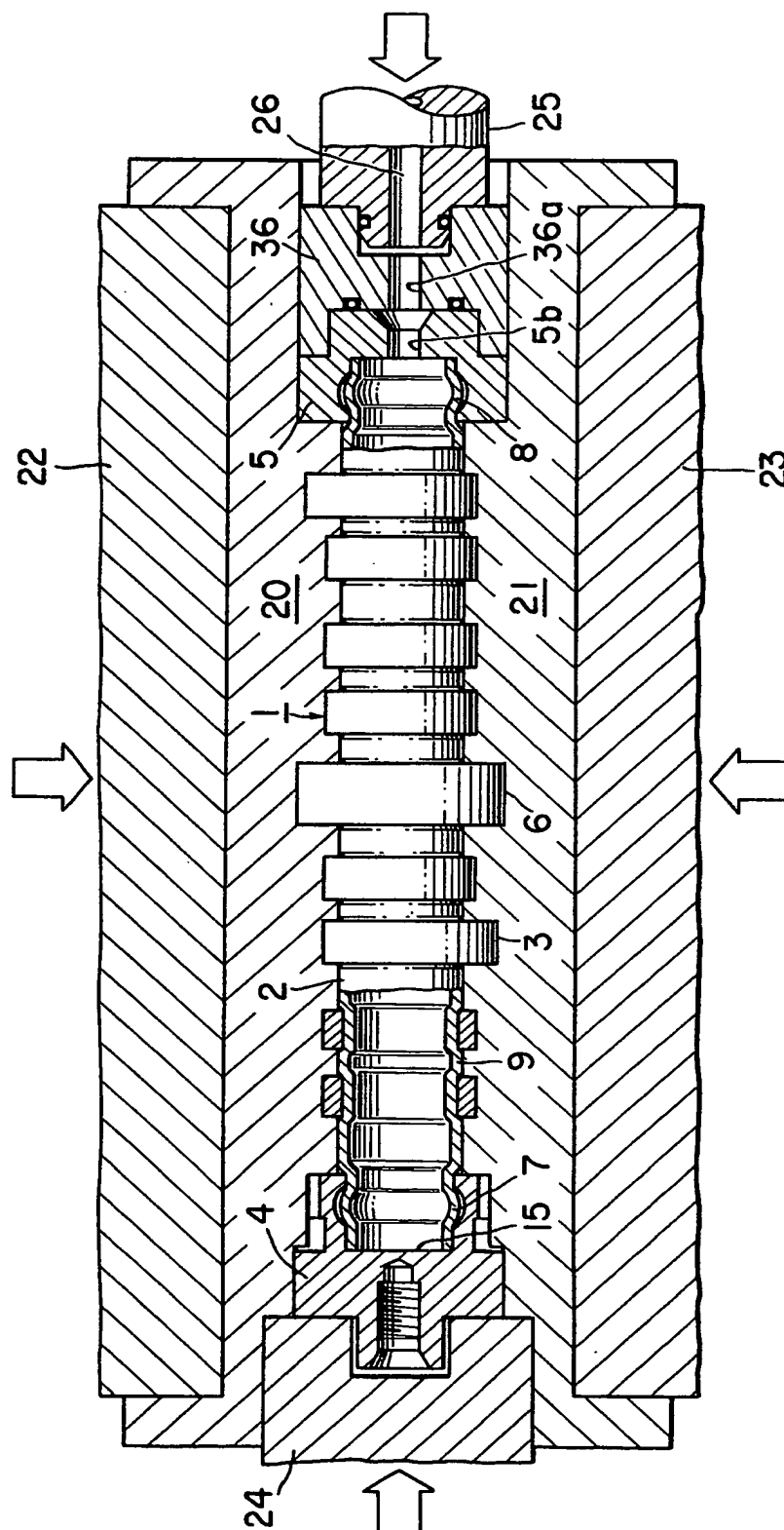
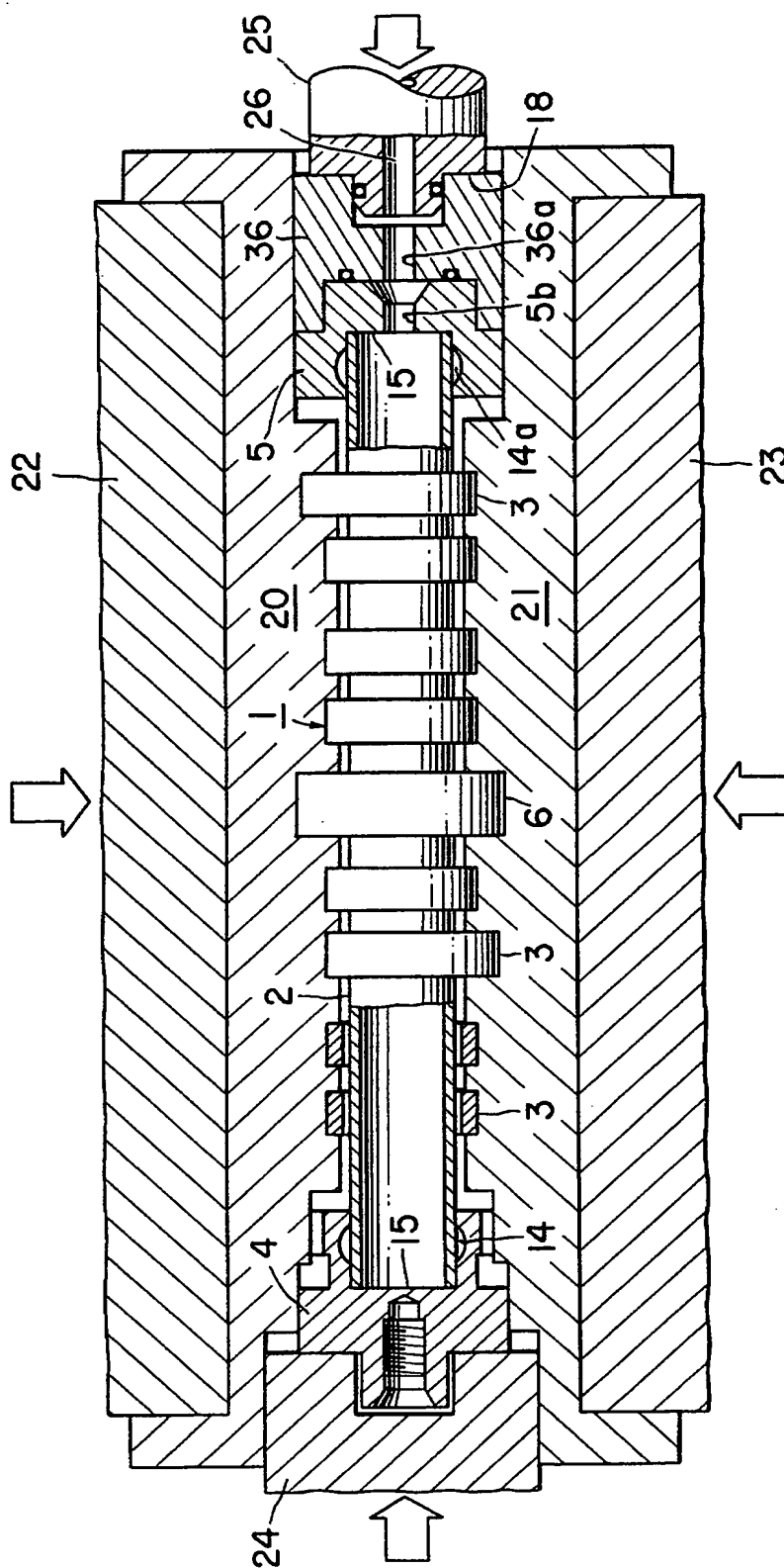


FIG. 11



**FIG. 12**